

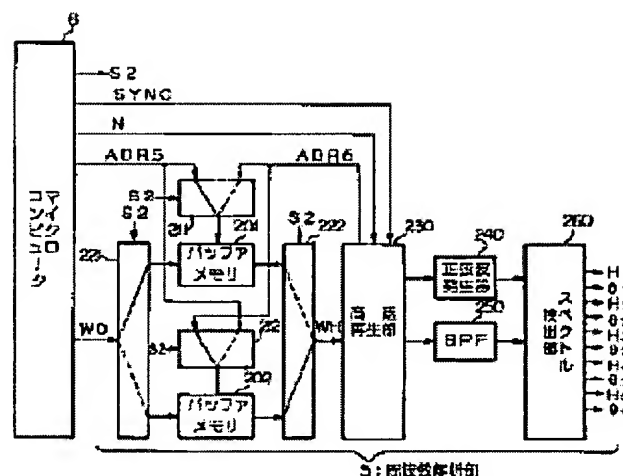
PULSE WAVE ANALYZING APPARATUS

Publication number: JP7148126
Publication date: 1995-06-13
Inventor: AMANO KAZUHIKO
Applicant: SEIKO EPSON CORP
Classification:
- international: A61B5/0245; A61B5/024; (IPC1-7): A61B5/0245
- european:
Application number: JP19930300549 19931130
Priority number(s): JP19930300549 19931130

Report a data error here

Abstract of JP7148126

PURPOSE: To enable a pulse wave analyzing apparatus to make a rapid frequency analysis of pulse waves and to successively analyze a spectrum of respective waves composing pulse waves. **CONSTITUTION:** A waveform abstracting memory, controlled by a microcomputer 6, successively stores waveform values of pulse waves into a waveform memory according to a predetermined storing speed and detects a minimum and maximum in pulse waves. The microcomputer 6, according to the minimum and maximum, divides each pulse waves into units proportioned to respective beats so as to be stored in a buffer memory in an frequency analyzer 5. The frequency analyzer 5 rapidly regenerates the said stored waveforms plural times, so that spectra of pulse waves are obtained.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 5/0245		7638-4C	A 6 1 B 5/ 02	3 1 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平5-300549

(22) 出願日 平成5年(1993)11月30日

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 天野 和彦
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

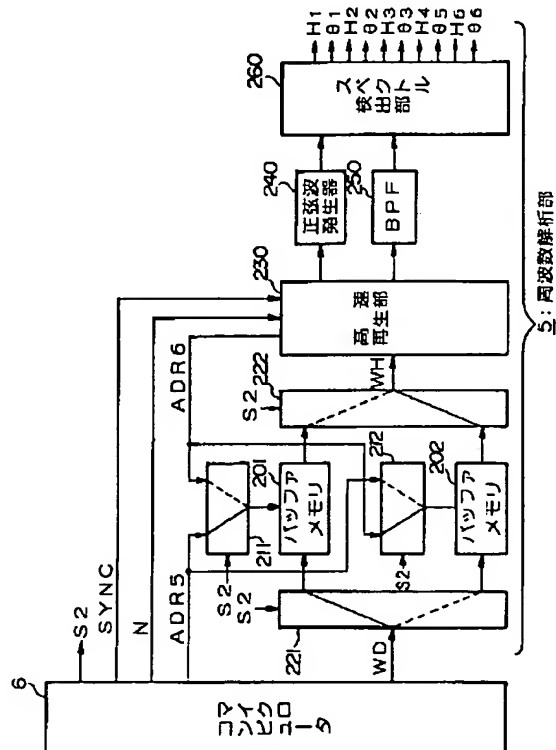
(74) 代理人 弁理士 志賀 正武 (外2名)

(54) 【発明の名称】 脈波解析装置

(57) 【要約】

【目的】 脈波の周波数解析を迅速に行うことができ、しかも、脈波を構成する1波1波についてスペクトルを連続的に解析することができる脈波解析装置を提供する。

【構成】 波形抽出記憶部4は、マイクロコンピュータ6による制御の下、脈波の波形値を波形メモリ103に所定の書き込み速度に従って順次蓄積すると共に脈波の極小値および極大値を検出する。マイクロコンピュータ6は、これらの極小値および極大値に基づいて、各波形値を各々1拍相当の単位に分割し、周波数解析部5内のバッファメモリへ蓄積をし、周波数解析部5は、この蓄積した波形値を拍単位で複数回に亘って高速再生し、脈波のスペクトルを求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 脈波の時系列データを所定の書き込み速度に従って順次蓄積する波形記憶手段と、前記時系列データを各々1拍相当の時系列データに分割し、この分割された各時系列データを前記波形記憶手段から読み出す再生手段と、前記再生手段によって読み出される各拍に対応した時系列データに基づいて各拍に対応した脈波の波形パラメータを演算する解析手段とを具備することを特徴とする脈波解析装置。

【請求項2】 前記解析手段は前記時系列データのスペクトルを演算し前記波形パラメータとして出力することを特徴とする請求項1記載の脈波解析装置。

【請求項3】 前記再生手段は前記書き込み速度よりも高速の読み出し速度で前記時系列データを複数回に亘って繰り返し読み出すことを特徴とする請求項2記載の脈波解析装置。

【請求項4】 前記再生手段は、前記1拍相当の時系列データをそのデータ長に比例した読み出し速度により前記波形記憶手段から読み出し、前記解析手段は、前記1拍相当の時系列データが読み出される期間の整数分の1の周波数のスペクトルを該時系列データから検出することを特徴とする請求項3記載の脈波解析装置。

【請求項5】 前記再生手段は、検出すべき各スペクトルの次数に対応して前記読み出し速度を順次切り換え、前記解析手段は、この切り換えが行われる毎に、前記1拍相当の時系列データが読み出される期間の整数分の1の一定周波数のスペクトルを検出することを特徴とする請求項4記載の脈波解析装置。

【請求項6】 前記1拍相当の時系列データが読み出される期間の整数分の1の周波数の正弦波信号を出力する正弦波発生器を具備し、前記解析手段が前記正弦波信号に基づいて前記スペクトルの位相を検出することを特徴とする請求項4記載の脈波解析装置。

【請求項7】 前記解析手段は、人体の動脈系の中枢部から末梢部に至る系を模した電気回路に大動脈起始部の圧力波に対応した電気信号を与えたときに該電気回路から前記再生手段により再生された時系列データに相当する出力波形が得られるように該電気回路の各素子の値を算定し、この算定結果を波形パラメータとして出力することを特徴とする請求項1記載の脈波解析装置。

【請求項8】 前記電気回路が、前記動脈系中枢部での血液粘性による血管抵抗に対応した第1の抵抗、前記動脈系中枢部での血液の慣性に対応したインダクタンス、前記動脈中枢部での血管の粘弾性に対応した静電容量、および前記末梢部での血管抵抗に対応した第2の抵抗とを有し、1対の入力端子間に前記第1の抵抗およびインダクタンスからなる直列回路と前記静電容量および第2の抵抗からなる並列回路とが順次直列に介挿されてなる四要素集中定数モデルであることを特徴とする請求項2

記載の脈波解析装置。

【請求項9】 前記解析手段は所定拍数単位で前記各拍に対応した波形パラメータの加算平均値を演算し出力することを特徴とする請求項1記載の脈波解析装置。

【請求項10】 前記解析手段は前記各拍に対応した波形パラメータの移動平均値を演算し出力することを特徴とする請求項1記載の脈波解析装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【産業上の利用分野】 この発明は脈波の解析を行う脈波解析装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、脈診が注目を浴びており、これに伴って脈波に基づいて生体の健康状態を探ろうとする研究が盛んに行われるようになってきた。一般的な波形の解析手法として、FFT等の周波数解析があり、この種の周波数解析技術を用いた脈波の周波数解析が検討されている。

【0003】

20 【発明が解決しようとする課題】 ところで、脈波の波形を脈波を構成する個々の1波1波は、同じ形状ではなく時々刻々と変化するものであり、さらに各波の波長も一定ではない。このようなカオス的な振舞をする脈波を非常に周期の長い波形とみなしてフーリエ変換等を行う手法が考えられる。この種の手法は、脈波のスペクトルを詳細に求めることができるが、演算量が膨大なものとなるため、時々刻々と発生する脈波のスペクトルを迅速に求めるような用途には不向きである。脈波を構成する1波1波の特徴を表わす波形パラメータを連続的に求めることができるが、生体に関しより多くの情報を得ることができるが、かかる要求に応えた装置は従来なかった。

【0004】 この発明は上述した事情に鑑みてなされたものであり、脈波の解析を迅速に行うことができ、しかも、脈波を構成する1波1波について波形パラメータを解析することができる脈波解析装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 請求項1に係る発明は、脈波の時系列データを所定の書き込み速度に従って順次蓄積する波形記憶手段と、前記時系列データを各々1拍相当の時系列データに分割し、この分割された各時系列データを前記波形記憶手段から読み出す再生手段と、前記再生手段によって読み出される各拍に対応した時系列データに基づいて各拍に対応した脈波の波形パラメータを演算する解析手段とを具備することを特徴とする脈波解析装置を要旨とする。請求項2に係る発明は、前記解析手段が前記時系列データのスペクトルを演算し前記波形パラメータとして出力することを特徴とする請求項1記載の脈波解析装置を要旨とする。請求項3に係る発明は、前記再生手段は前記書き込み速度よりも高速の読み

出し速度で前記時系列データを複数回に亘って繰り返し読み出すことを特徴とする請求項2記載の脈波解析装置を要旨とする。請求項4に係る発明は、前記再生手段が、前記1拍相当の時系列データをそのデータ長に比例した読み出し速度により前記波形記憶手段から読み出し、前記解析手段は、前記1拍相当の時系列データが読み出される期間の整数分の1の周波数のスペクトルを該時系列データから検出することを特徴とする請求項3記載の脈波解析装置を要旨とする。請求項5に係る発明は、前記再生手段が、検出すべき各スペクトルの次数に
10 対応して前記読み出し速度を順次切り換え、前記解析手段が、この切り換えが行われる毎に、前記1拍相当の時系列データが読み出される期間の整数分の1の一定周波数のスペクトルを検出することを特徴とする請求項4記載の脈波解析装置を要旨とする。請求項6に係る発明は、前記1拍相当の時系列データが読み出される期間の整数分の1の周波数の正弦波信号を出力する正弦波発生器を具備し、前記解析手段が前記正弦波信号に基づいて前記スペクトルの位相を検出することを特徴とする請求
20 項4記載の脈波解析装置を要旨とする。請求項7に係る発明は、前記解析手段が、人体の動脈系の中枢部から末梢部に至る系を模した電気回路に大動脈起始部の圧力波に対応した電気信号を与えたときに該電気回路から前記再生手段により再生された時系列データに相当する出力波形が得られるように該電気回路の各素子の値を算定し、この算定結果を波形パラメータとして出力することを特徴とする請求項1記載の脈波解析装置を要旨とする。請求項8に係る発明は、前記電気回路が、前記動脈系中枢部での血液粘性による血管抵抗に対応した第1の抵抗、前記動脈系中枢部での血液の慣性に対応したイン
30 ダクタンス、前記動脈系中枢部での血管の粘弾性に対応した静電容量、および前記末梢部での血管抵抗に対応した第2の抵抗とを有し、1対の入力端子間に前記第1の抵抗およびインダクタンスからなる直列回路と前記静電容量および第2の抵抗からなる並列回路とが順次直列に介挿されてなる四要素集中定数モデルであることを特徴とする請求項2記載の脈波解析装置を要旨とする。請求項9に係る発明は、前記解析手段は所定拍数単位で前記各拍に対応した波形パラメータの加算平均値を演算し出力することを特徴とする請求項1記載の脈波解析装置を要旨とする。請求項10に係る発明は、前記解析手段は前記各拍に対応した波形パラメータの移動平均値を演算し出力することを特徴とする請求項1記載の脈波解析装置を要旨とする。

【0006】

【作用】上記請求項1～8に係る発明によれば、脈波を構成する1波1波についてスペクトルが連続的に求められる。また、請求項9および10に係る各発明によれば各拍に対応した各波形パラメータの加算平均値および移動平均値が各々出力される。

【0007】

【実施例】以下、図面を参照し、本発明の実施例を説明する。

【0008】＜第1実施例＞

A. 実施例の構成

図1は本実施例に係る脈波解析装置の構成を示すブロック図である。同図に示すようにこの脈波解析装置は、脈波検出部1、入力部2、出力部3、波形抽出記憶部4、周波数解析部5およびこれらの制御を行うマイクロコンピュータ6によって構成されている。脈波検出部1は、歪ゲージ等によって構成されており、患者の橈骨動脈部等に押し当てられ、その圧力を検出し脈波信号（アナログ信号）として出力する。入力部2は、マイクロコンピュータ6に対するコマンド入力のために設けられた手段であり、例えばキーボード等によって構成されている。出力部3は、プリンタ、表示装置等によって構成されており、これらの装置はマイクロコンピュータ6による制御の下、患者から得た脈波のスペクトルの記録、表示等を行う。波形抽出記憶部4は、マイクロコンピュータ6
20 による制御の下、脈波検出部1から出力される脈波信号を順次記憶すると共にこの脈波信号における切り換わり点、すなわち、ある拍に対応した脈波から次の拍に対応した脈波への切り換わり点を表す情報を抽出して記憶するものであり、図2にその詳細な構成を示す。周波数解析部5は、波形抽出記憶部4に記憶された脈波信号を各拍単位で繰り返し高速再生し、各拍毎に脈波を構成するスペクトルを求めて出力するものであり、図3にその詳細な構成を示す。周波数解析部5により求められた各拍毎の脈波のスペクトルはマイクロコンピュータ6により取り込まれ、出力部3から出力される。

【0009】（1）波形抽出記憶部4の構成

次に図2を参照し波形抽出記憶部4の構成を説明する。図2において、101はA/D（アナログ/デジタル）変換器であり、脈波検出部1によって出力される脈波信号を一定周期のサンプリングクロックφに従ってデジタル信号に変換して出力する。102はローパスフィルタであり、A/D変換器101から順次出力されるデジタル信号に対し、所定のカットオフ周波数以上の成分を除去する処理を施し、その結果を波形値Wとして順次出力する。103はRAMによって構成される波形メモリであり、ローパスフィルタ102を介して供給される波形値Wを順次記憶する。111は波形値アドレスカウンタであり、マイクロコンピュータ6から波形採取指示STARTが出力されている期間、サンプリングクロックφをカウントし、そのカウント結果を波形値Wを書き込むべき波形アドレスADR1として出力する。112はセレクタであり、波形アドレスADR1およびマイクロコンピュータ6が出力する読出アドレスADR4をセレクト信号S1に従って交互に選択し、書き込みアドレスまたは読み出しアドレスとして波形メモリ103のアドレ
50

ス入力端へ供給する。ここで、波形アドレスADR1はマイクロコンピュータ6により監視される。

【0010】121は微分回路であり、ローパスフィルタ102から順次出力される波形値Wの時間微分を演算して出力する。122は零クロス検出回路であり、波形値Wの時間微分が0となった場合に零クロス検出パルスZを出力する。さらに詳述すると、零クロス検出回路122は、図4に例示する脈波の波形においてピーク点P1、P2、…を検出するために設けられた回路であり、これらのピーク点に対応した波形値Wが入力された場合に零クロス検出パルスZを出力する。123はピークアドレスカウンタであり、マイクロコンピュータ6から波形採取指示STARTが出力されている期間、零クロス検出パルスZをカウントし、そのカウント結果をピークアドレスADR2として出力する。124は移動平均算出回路であり、現時点までに微分回路121から出力された過去所定個数分の波形値Wの時間微分値の平均値を算出し、その結果を現時点に至るまでの脈波の傾斜を表す傾斜情報SLPとして出力する。125はピーク情報を記憶するために設けられたピーク情報メモリである。ここで、ピーク情報とは以下列挙する情報の総称であり、マイクロコンピュータ6により検出または作成され、図5に示すテーブル形式に従ってピーク情報メモリ125に書き込まれる。

【0011】（ピーク情報の内容）

波形値アドレスADR1：ローパスフィルタ102から出力される波形値Wが極大値または極小値となった時点で波形アドレスカウンタ111から出力されている書き込みアドレスADR1、すなわち、極大値または極小値に相当する波形値Wの波形メモリ103における書き込みアドレスである。

ピーク種別B/T：上記波形値アドレスADR1に書き込まれた波形値Wが極大値T（Top）であるか極小値B（Bottom）であるかを示す情報である。

波形値W：上記極大値または極小値に相当する波形値である。

ストロークSTRK：直前のピーク値から当該ピーク値に至るまでの波形値の変化分である。

傾斜情報SLP：当該ピーク値に至るまでの過去所定個数分の波形値の時間微分の平均値である。

【0012】（2）周波数解析部5の構成

次に図3を参照し周波数解析部5の詳細な構成について説明する。この周波数解析部5は、波形抽出記憶部4の波形メモリ103からマイクロコンピュータ6を介し脈波の波形値WDを拍単位で受け取り、この受け取った波形値WDを繰り返し高速再生し、各拍毎に周波数解析を行って脈波を構成するスペクトルを演算する。また、この周波数解析部5は、まず、脈波の基本スペクトルを、次いで2次高調波スペクトルを、～という具合に脈波を構成する各スペクトルを時分割で演算する。

【0013】マイクロコンピュータ6は、この周波数解析部5に1拍分の脈波の最初の波形値WDを出力する際、同期信号SYNCおよびその拍に含まれる波形値WDの個数Nを出力すると共にセレクト信号S2を切り換える。また、マイクロコンピュータ6は、1拍分の波形値WDを出力している間、各波形値WDの引き渡しに同期し、0～N-1まで変化する書込みアドレスADR5を順次出力する。

【0014】バッファメモリ201および202は、このようにしてマイクロコンピュータ6から出力される波形値WDを蓄積するために設けられたメモリである。分配器221は、波形抽出記憶部4からマイクロコンピュータ6を介し供給される脈波の波形値WDをバッファメモリ201または202のうちセレクト信号S2により指定された方へ出力する。また、セレクト222は、バッファメモリ201または202のうちセレクト信号S2により指定されたバッファメモリを選択し、そのバッファメモリから読み出される波形値WHを後述する高速再生部230へ出力する。セレクト211および212は、書込みアドレスADR5または高速再生部230が発生する読み出しアドレスADR6（後述）をセレクト信号S2に従って選択し、バッファメモリ201および202へ各々供給する。

【0015】以上説明した分配器221、セレクト222、201および202がセレクト信号S2に基づいて切り換え制御されることにより、バッファメモリ201にデータ書込みが行われている間はバッファメモリ202からデータが読み出されて高速再生部230へ供給され、バッファメモリ202にデータ書込みが行われている間はバッファメモリ201からデータが読み出されて高速再生部230へ供給される。

【0016】高速再生部230は、バッファメモリ201および202から各拍に対応した波形値を読み出す手段であり、読み出しアドレスADR6を0～N-1（ただし、Nは読み出すべき波形値の個数）の範囲で変化させて出力する。さらに詳述すると、この高速再生部230は、ある拍に対応した各波形値WDが一方のバッファメモリに書き込まれている期間、上記読み出しアドレスADR6を発生し、その拍の前の拍に対応した全波形値WDを他方のバッファメモリから複数回に亘って繰り返し読み出す。その際、1拍に対応した全波形値WDは、常に一定の期間内に全てが読み出されるように読み出しアドレスADR6の発生が制御される。1拍相当の全波形値を読み出す期間は、検出しようとするスペクトルの次数に対応して切り換えられ、基本波スペクトルを検出する際にはT、2次高調波スペクトルの場合は2T、3次高調波スペクトルの場合は3T、～というように切り換えられる。また、高速再生部230は補間器を内蔵しており、バッファメモリ201または202から読み出した波形値WHを補間し、所定のサンプリング周波数m/

T (mは所定の整数)の波形値として出力する。

【0017】バンドパスフィルタ250は、通過帯域の中心周波数が所定値 $1/T$ であるバンドパスフィルタである。正弦波発生器240は、周波数可変の波形発生器であり、マイクロコンピュータ6による制御の下、検出すべきスペクトルの次数に対応し、周期がT、2T、3T、4T、5T、6Tの各正弦波を順次出力する。スペクトル検出部260は、バンドパスフィルタ250の出力信号レベルに基づいて脈波の各スペクトルの振幅 $H_1 \sim H_6$ を検出すると共にバンドパスフィルタ250の出力信号の位相と正弦波発生器240が出力する正弦波の位相の差に基づいて各スペクトルの位相 $\theta_1 \sim \theta_6$ を検出する。

【0018】C. 実施例の動作

以下、本実施例の動作を説明する。

【0019】(1) 波形分割

まず、入力部1から周波数解析開始のコマンドが入力されると、マイクロコンピュータ6により波形採取指示STARTが出力され、波形抽出記憶部4内の波形アドレスカウンタ111およびピークアドレスカウンタ123のリセットが解除される。この結果、波形アドレスカウンタ111によりサンプリングクロック ϕ のカウントが開始され、そのカウント値が波形アドレスADR1として波形メモリ103に供給される。そして、脈波検出部200によって検出された橈骨動脈波形がA/D変換器101に入力され、サンプリングクロック ϕ に従ってデジタル信号に順次変換され、ローパスフィルタ102を介し波形値Wとして順次出力される。このようにして出力された波形値Wは、波形メモリ103に順次供給され、その時点において波形アドレスADR1によって指定される記憶領域に書込まれる。以上の動作により図4に例示する橈骨動脈波形に対応した一連の波形値Wが波形メモリ103に蓄積される。

【0020】一方、上記動作と並行し、ピーク情報の検出およびピーク情報メモリ125への書込が以下説明するようにして行われる。まず、ローパスフィルタ102から出力される波形値Wの時間微分が微分回路121によって演算され、この時間微分が零クロス検出回路122および移動平均算出回路124に入力される。移動平均算出回路は、このようにして波形値Wの時間微分値が供給される毎に過去所定個数の時間微分値の平均値(すなわち、移動平均値)を演算し、演算結果を傾斜情報SLPとして出力する。ここで、波形値Wが上昇中もしくは上昇を終えて極大状態となっている場合は傾斜情報SLPとして正の値が出力され、下降中もしくは下降を終えて極小状態となっている場合は傾斜情報SLPとして負の値が出力される。

【0021】そして、例えば図4に示す極大点P1に対応した波形値Wがローパスフィルタ102から出力されると、時間微分として0が微分回路121から出力さ

れ、零クロス検出回路122から零クロス検出パルスZが出力される。この結果、マイクロコンピュータ6により、その時点における波形値アドレスカウンタ111のカウント値たる波形アドレスADR1、波形値W、ピークアドレスカウンタのカウント値たるピークアドレスADR2(この場合、ADR2=0)および傾斜情報SLPが取り込まれる。また、零クロス検出信号Zが出力されることによってピークアドレスカウンタ123のカウント値ADR2が2になる。

【0022】そして、マイクロコンピュータ6は、取り込んだ傾斜情報SLPの符号に基づいてピーク種別B/Tを作成する。この場合のように極大値P1の波形値Wが出力されている時にはその時点において正の傾斜情報が出力されているので、マイクロコンピュータ6はピーク情報B/Tの値を極大値に対応したものとす。そして、マイクロコンピュータ6は、ピークアドレスカウンタ123から取り込んだピークアドレスADR2(この場合、ADR2=0)をそのまま書込アドレスADR3として指定し、波形値W、この波形値Wに対応した波形アドレスADR1、ピーク種別B/T、傾斜情報SLPを第1回目のピーク情報としてピーク情報メモリ125に書き込む。なお、第1回目のピーク情報の書き込みの場合、直前のピーク情報がないためストローク情報の作成および書き込みは行わない。

【0023】その後、図4に示す極小点P2に対応した波形値Wがローパスフィルタ102から出力されると、上述と同様に零クロス検出パルスZが出力され、書込アドレスADR1、波形値W、ピークアドレスADR2(=1)、傾斜情報SLP(<0)がマイクロコンピュータ6により取り込まれる。そして、マイクロコンピュータ6により、上記と同様、傾斜情報SLPに基づいてピーク種別B/T(この場合、ボトムB)が決定される。また、マイクロコンピュータ6によりピークアドレスADR2よりも1だけ小さいアドレスが読み出しアドレスADR3としてピーク情報メモリ125に供給され、第1回目に書き込まれた波形値Wが読み出される。そして、マイクロコンピュータ6により、ローパスフィルタ102から今回取り込んだ波形値Wとピーク情報メモリ125から読み出した第1回目の波形値Wとの差分が演算され、ストローク情報STRKが求められる。そして、このようにして求められたピーク種別B/T、ストローク情報STRKが他の情報ADR1、W、SLPと共に第2回目のピーク情報としてピーク情報メモリ125のピークアドレスADR3=1に対応した記憶領域に書き込まれる。ここで、ストローク情報STRKが所定値以上の場合、具体的には脈波の立ち上がり部(例えば図4におけるSTRKM)に相当するとみなしてよい程度の大きなストロークである場合、さらにマイクロコンピュータ6はそのストロークの始点たる極小値の波形アドレス(例えば図4においてはSTRKMの始点P

6)をピーク情報メモリ125から読み出し、内蔵のシフトレジスタに書き込む。以後、ピーク点P3、P4、…が検出された場合も同様の動作が行われる。

【0024】(2) 波形引き渡し

以上の動作と並行し、マイクロコンピュータ6は波形抽出記憶部4内の波形メモリ103から波形値を順次読み出し、波形データWDとして周波数解析部5へ引き渡す。以下、図6および図7を参照しこの動作を説明する。

【0025】図7に示すように、セレクト信号S1はクロックφに同期して切り換えられ、また、これに同期して波形メモリ103は書き込みモード/読み出しモードのモード切り換えが行われる。

【0026】図6において、ある拍に対応した1拍分の脈波 W_n の波形値が波形メモリ103に入力される場合、まず、その拍に対応した脈波の最初の極小値が入力された時点で零クロス検出信号Zが発生され、その波形アドレス $ADR1=A_0$ がピーク情報メモリ125に書き込まれる(図7参照)。その後、極大値(アドレスA1)が波形抽出記憶部4内に入力されると、再び零クロス検出信号Zが発生され(図7参照)、この極大値と直前の極小値(アドレス A_0)との間のストロークが所定値以上である場合は、極小値のアドレス A_0 がマイクロコンピュータ6内のシフトレジスタ(図示略)に書き込まれる。このようにして書き込まれた波形アドレスは、その後、2拍相当遅れてシフトレジスタから出力され、周波数解析部5に引き渡すべき1拍分の波形値WDの開始アドレスとしてマイクロコンピュータ6に取り込まれる。すなわち、図6において、ある拍に対応した脈波 W_n の極大値のアドレス W_n がシフトレジスタに書き込まれると、それ以前に同シフトレジスタに書き込まれた2拍前の脈波 W_{n-2} の開始アドレス(最初の極小値のアドレス)がシフトレジスタから出力され、マイクロコンピュータ6により検知される。

【0027】この時点でマイクロコンピュータ6は、上記シフトレジスタの内容を参照し、脈波 W_{n-2} の最初の極小値の波形アドレスからその次の脈波 W_{n-1} の最初の極小値の波形アドレスに致るまでの差分、すなわち、1拍分の脈波 W_{n-1} に含まれる波形値の個数Nを求め、同期信号SYNCと共に周波数解析部5へ出力する。また、同期信号SYNCに同期してセレクト信号S2が切り換えられ、分配器221、セクタ211および212、セクタ221の内部接続状態が例えば図3において実線によって示した状態とされる。

【0028】そして、マイクロコンピュータ6は、読み出しアドレスADR4を脈波 W_{n-2} の最初の極小値の波形アドレスから順次増加させ、セクタ112を介して波形メモリ103へ供給する。ここで、読み出しアドレスADR4は書き込みアドレスADR1よりも速い速度(例えば2倍の速度)で変化させる。これは、脈波 W

nの次の拍の脈波 W_{n+1} の極大値が波形抽出記憶部4に入力される前に脈波 W_n の前の脈波 W_{n-2} に対応した全波形値が読み出されるようにするためである。このようにして脈波 W_n の波形メモリ103への蓄積と並行し、マイクロコンピュータ6によりその2拍前の脈波 W_{n-2} の波形値WDが波形メモリ103から読み出されて周波数解析部5へ引き渡され、分配器221を介してバッファメモリ201へ順次供給される。このようにして波形値WDがバッファメモリ201へ順次供給されるのに同期し、書き込みアドレスADR5が0~N-1まで順次増加され、この書き込みアドレスADR5はセクタ211を介しバッファメモリ201へ供給される。この結果、バッファメモリ201のアドレス0~N-1の各記憶領域に脈波 W_{n-2} に対応した各波形値WDが蓄積される。

【0029】(3) 高速再生

一方、上記動作と並行し、高速再生部230により読み出しアドレスADR6が出力され、セクタ212を介しバッファメモリ202へ供給される。この結果、脈波 W_{n-2} の1拍前の脈波 W_{n-3} に対応した各波形値WDがバッファメモリ202から読み出され、セクタ222を介して高速再生部230へ取り込まれる。

【0030】ここで、バッファメモリ202内の脈波 W_{n-3} に対応した各波形値WDは、バッファメモリ201内に脈波 W_{n-2} に対応した各波形値が蓄積されるよりも高速度で複数回に亘って繰り返し読み出される。その際、脈波 W_{n-3} に対応した波形値WDは、一定の期間T内に全てが読み出されるように読み出しアドレスADR6の増加速度が制御される。すなわち、高速再生部230は、バッファメモリ202から読み出すべき波形値WDの個数が図8に例示するように大きな値N1である場合には高速度で読み出しアドレスADR6を増加させ、逆に図9に例示するように小さな値N2である場合には低速度で読み出しアドレスADR6を増加させ、一定期間T内に読み出しアドレスADR6が0~N1-1または0~N2-1の区間を変化するようにする。そして、このようにして順次読み出される波形値WDは、高速再生部230内において補間演算が施され、一定のサンプリング周波数 m/T の波形値WHとなってバンドパスフィルタ250へ供給される。

【0031】(4) スペクトル検出

バンドパスフィルタ250は、波形値WHによる時系列データのうち周波数が $1/T$ である信号を選択して通過させ、スペクトル検出部260に供給する。一方、正弦波発生器240は、図10に示すように周期がTである正弦波を発生しスペクトル検出部260へ供給する。スペクトル検出部260は、バンドパスフィルタ250の出力信号レベルを数波に亘って検出し、その代表値を脈波 W_{n-3} の基本波スペクトルの振幅 H_1 として出力し、バンドパスフィルタ250の出力信号の位相と正弦

波発生器240から出力される正弦波の位相との位相差を数値に亙って検出し、その代表値を脈波 W_n-3 の基本波スペクトルの位相 θ_1 として出力する。各代表値は、例えば基本波スペクトルを出力する直前での各波に対応した出力信号レベルおよび位相差の移動平均値を算出する。

【0032】次に高速再生部230は、一定期間2T内に脈波 W_n-3 の全ての波形値が読み出されるように読み出しアドレスADR6の増加速度を上記基本波スペクトルの検出の場合の1/2にし、脈波 W_n-3 に対応した波形値WHを繰り返し読み出し、バンドパスフィルタ250へ供給する(図10参照)。そして、波形値WHからなる時系列データのうち周波数が1/Tの信号、すなわち、脈波 W_n-3 の2次高調波に対応した信号がバンドパスフィルタ250を通過してスペクトル検出部260に供給される。この結果、スペクトル検出部260により脈波 W_n-3 の2次高調波スペクトルの振幅 H_2 が検出されて出力される。一方、正弦波発生器240は、周期が2Tである正弦波を発生してスペクトル検出部260へ供給する(図10参照)。この結果、スペクトル検出部260により脈波 W_n-3 の基本波スペクトルの位相 θ_2 が出力される。

【0033】以後、読み出しアドレスADR6の増加速度が基本波スペクトルの場合の1/3、1/4、1/5、1/6と順次切り換えられると共にこれに合せて正弦波発生器240により発生する正弦波の周期が3T、4T、5T、6Tと順次切り換えられ、上記と同様な動作が行われ、3次～6次までの高調波スペクトルの振幅 $H_3 \sim H_6$ および位相 $\theta_3 \sim \theta_6$ がスペクトル検出部260から出力される。このようにして求められた脈波 W_n-3 の各スペクトルはマイクロコンピュータ6に取り込まれる。そして、マイクロコンピュータ6により脈波 W_n-3 に対応した波形値WDの個数Nとクロック ϕ の周期 τ を用いて基本波の周波数 $f = 1 / (N \tau)$ が演算され、上記スペクトルと共に出力部3から出力される。

【0034】その後、脈波 W_n よりも1拍後の脈波 W_{n+1} が立ち上がり、最初の極大値が波形抽出記憶部4内に入力されると、マイクロコンピュータ6により同期信号SYNCが発生されると共に脈波 W_n-2 に含まれる波形値WDの個数Nが出力される。また、セレクト信号S2が反転され、分配器221、セレクトタ211および212、セレクトタ221の内部接続状態が図3において破線によって示した状態とされる。そして、脈波 W_{n+1} の波形メモリ103への蓄積と並行し、マイクロコンピュータ6によりその2拍前の脈波 W_{n-1} の波形値WDが波形メモリ103から読み出されて周波数解析部5へ引き渡され、分配器221を介してバッファメモリ202へ順次供給される。一方、この動作と並行し、高速再生部230により脈波 W_{n-1} の1拍前の脈波 W_{n-2} に対応した各波形値WDがバッファメモリ201から

読み出され、高速再生部230により補間されて波形値WHとして出力される。そして、この脈波 W_n-2 に対応した波形値WHに対し脈波 W_n-3 と同様な処理が施され、そのスペクトルが求められる。

【0035】以後、順次到来する各脈波について上記と同様な処理が行われ、各脈波のスペクトルが連続して求められ、出力部3から個々の拍に対応した波形パラメータとして出力される。

【0036】<第2実施例>上記第1実施例では、波形メモリ103に蓄積された波形データを拍単位で再生し各拍単位で脈波のスペクトルを演算した。これに対し、本実施例では、本出願人が特願平5-1431号において提案した手法を使用し、患者から得られた脈波に基づいて患者の循環動態をモデル化した四要素集中定数モデルの各素子の値を求め、この結果を状態表示パラメータとして使用する。ここで、四要素集中定数モデルは、人体の循環系の挙動を決定する要因のうち、動脈系中枢部での血液による慣性、中枢部での血液粘性による血管抵抗(粘性抵抗)、中枢部での血管のコンプライアンス(粘弾性)及び末梢部での血管抵抗(粘性抵抗)の4つのパラメータに着目し、これらを電気回路としてモデリングしたものである。

【0037】図11に四要素集中定数モデルの回路図を示す。以下、この四要素集中定数モデルを構成する各素子と上記各パラメータとの対応関係を示す。

インダクタンスL：動脈系中枢部での血液の慣性 [$dy n \cdot s^2 / cm^5$]

静電容量C：動脈系中枢部での血管のコンプライアンス(粘弾性) [cm^5 / dyn]

なお、コンプライアンスとは血管の軟度を表わす量であり、粘弾性のことである。

電気抵抗 R_c ：動脈系中枢部での血液粘性による血管抵抗 [$dyn \cdot s / cm^5$]

電気抵抗 R_p ：動脈系末梢部での血液粘性による血管抵抗 [$dyn \cdot s / cm^5$]

また、この電気回路内の各部を流れる電流 i 、 i_p 、 i_c は、各々対応する各部を流れる血流 [cm^3 / s] に相当する。また、この電気回路に印加される入力電圧 e は大動脈起始部の圧力 [dyn / cm^2] に相当する。そして、静電容量Cの端子電圧 v_r は、橈骨動脈部での圧力 [dyn / cm^2] に相当するものである。

【0038】本実施例において、マイクロコンピュータ6は、各拍に対応した波形データをバッファメモリ201、202に順次書き込む一方、書き込みを行っていない方のバッファメモリから1拍相当の波形データをセレクトタ222を介して読み出す。そして、大動脈起始部の圧力波に対応した電気信号を与えたときの上記4要素集中定数モデルの動作をシミュレーションし、バッファメモリ201または202から読み出された波形データ相当の出力波形が得られるように4要素集中定数モデルの

各素子の値を算定し、この算定結果を波形パラメータとして出力する。なお、この4要素集中モデルの各素子の値は、各素子の値を変化させつつ動作のシミュレーションを繰り返すことにより試行錯誤的に求めることもできるが、上記特願平5-1431号において説明された手法を用いてもよい。

【0039】＜変形例＞

(1) 上記第1実施例ではハードウェアによって脈波の周波数解析を実行したが、本発明はこれに限定されるものではなく、マイクロコンピュータ6が実行するソフトウェアにより周波数解析を行ってもよい。また、周波数解析の方法はDFT（離散フーリエ変換）、FFT（高速フーリエ変換）など種々のものが適用可能である。

(2) 上記各実施例では各拍に対応した波形パラメータを各々が得られた時点でリアルタイムに出力したが、波形パラメータの出力の仕方はこれに限定されるものではない。例えばマイクロコンピュータ6が所定拍数分の波形パラメータの加算平均値を演算し出力するようにしてもよい。また、マイクロコンピュータ6が過去所定拍数分の波形パラメータの加算平均値、すなわち、波形パラメータの移動平均値を演算しリアルタイムに出力するようにしてもよい。

(3) 上記各実施例では橈骨動脈の解析を行う装置を説明したが、本発明の解析対象は橈骨動脈のみに限定されるものではなく、例えば指尖脈波等、他の種類の脈波の解析に適用してもよい。

(4) 脈波の波形パラメータとしては、上記各実施例に挙げられたもの以外に多様なものが考えられるが、本発明に係る脈波解析装置を診断のために利用する場合には、その診断にとって最適な波形パラメータを求めるように変形する。例えば本出願人は、特願平5-197569号において脈波に表われるピーク点の振幅値および位相に基づいて患者のストレスレベルを求める装置を提案している。上記実施例に係る装置により、各拍に対応した脈波から上記ピーク点に関する情報を求め、ストレ

スレベルの評価に使用するようにしてもよい。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、脈波の解析を迅速に行い、しかも、脈波を構成する1波1波について波形パラメータを連続的に解析することができ、生体に関する多くの情報を得ることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施例による脈波解析装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 同実施例における波形抽出記憶部4の構成を示すブロック図である。

【図3】 同実施例における周波数解析部5の構成を示すブロック図である。

【図4】 同実施例における波形メモリ103に書き込まれる脈波を例示する図である。

【図5】 同実施例におけるピーク情報メモリ125の記憶内容を示す図である。

【図6】 同実施例における波形抽出記憶部4から周波数解析部5への波形波形引き渡しタイミングを説明する図である。

【図7】 同実施例における波形抽出記憶部4内の動作を示すタイムチャートである。

【図8】 同実施例における高速再生部230の動作を説明する図である。

【図9】 同実施例における高速再生部230の動作を説明する図である。

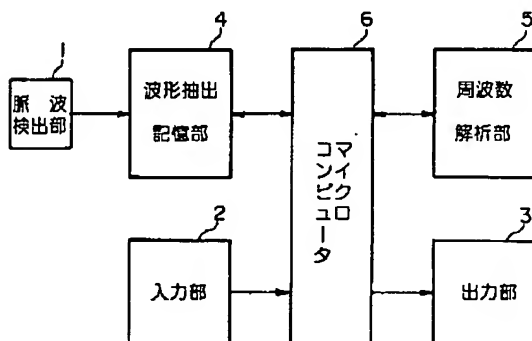
【図10】 同実施例における高速再生部230および正弦波発生器240の動作を説明する図である。

【図11】 この発明の第2実施例において使用する4要素集中定数モデルを示す回路図である。

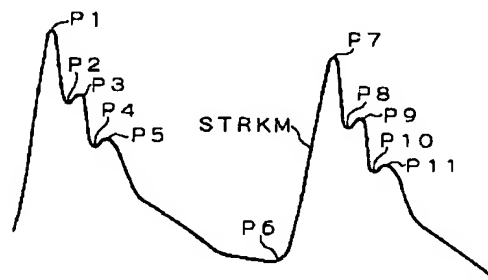
【符号の説明】

4……波形抽出記憶部、6……周波数解析部、5……マイクロコンピュータ。

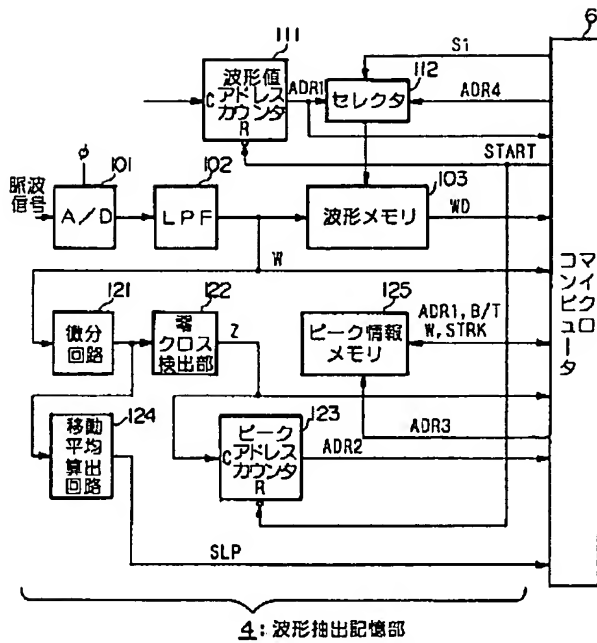
【図1】



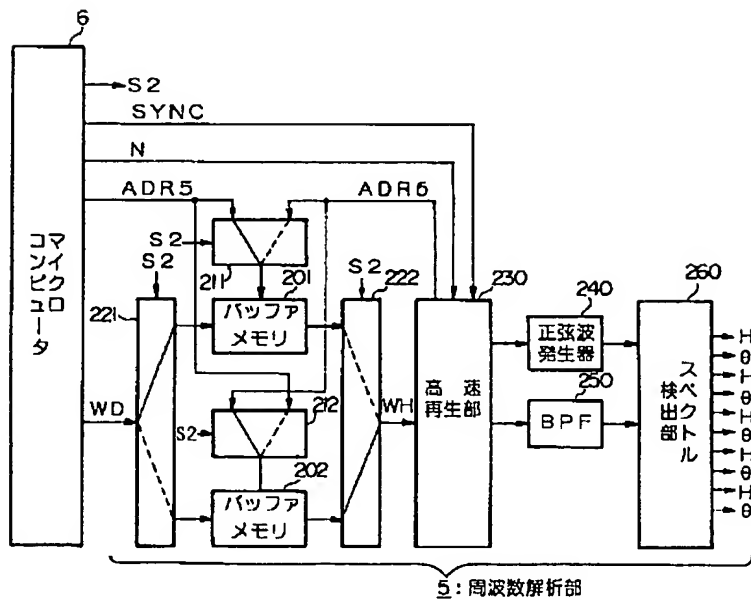
【図4】



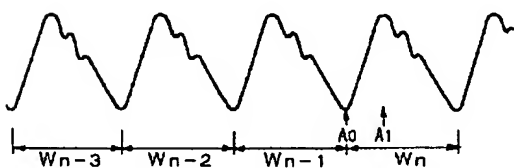
【図2】



【図3】



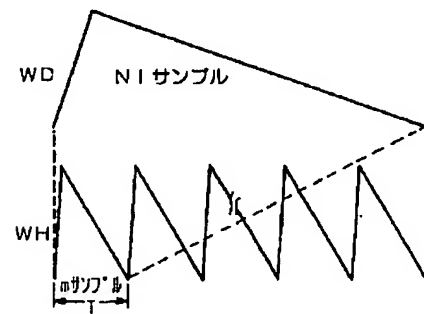
【図6】



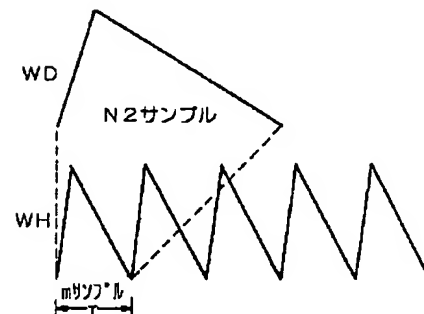
【図5】

ピークアドレス ADR3	0	1	2	3	4
波形値アドレス ADR1					
ピーク種別 B/T					
波形値 W					
ストローク STRK					
傾斜情報 SLP					

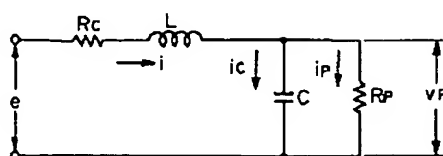
【図8】



【図9】

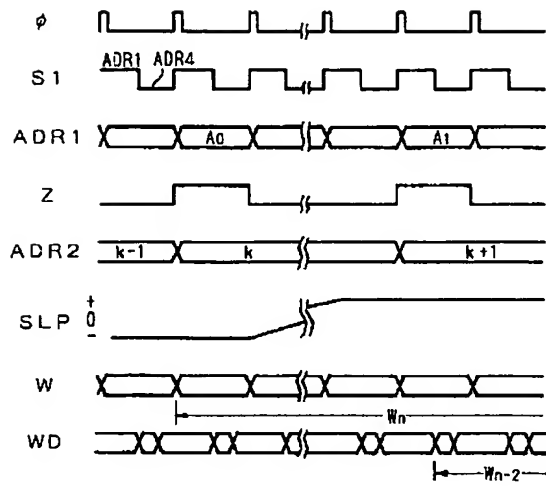


【図11】



68	<p>MINUTE ENTRY for proceedings held before Judge Jerome J. Niedermeier: Andrew Manistsky, Esq. and Lani Alder, Esq. for pltf; Susan Farley, Esq. and John Kennelly, Esq. for def. Telephone Motion Hearing held on 8/22/2006. ORDERED: <u>56</u> MOTION to Exclude <u>52</u> MOTION to Compel filed by Vermont General Store Route 100 Pittsfield Vermont, LLC is denied at this time; ORDERED: <u>52</u> MOTION to Compel filed by The Vermont Country Store, Inc. is granted as stated upon the record and request for protective order is denied; ORDERED: <u>49</u> MOTION to Compel filed by Vermont General Store Route 100 Pittsfield Vermont, LLC is granted. Deposition to be completed no later than 9/13/06. It is further ORDERED that all discovery be completed within 30 days; summary judgment motions to be filed by 11/1/06 and case ready for trial by 2/1/07. (Court Reporter taped.) (jjj) Modified on 8/23/2006 (jmm). (Entered: 08/22/2006)</p>
----	---

【図7】



【図10】

